

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-320326

(43) 公開日 平成8年(1996)12月3日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|---------------|--------|
| G 0 1 N 37/00 | | | G 0 1 N 37/00 | G |
| G 0 1 B 21/30 | | | G 0 1 B 21/30 | Z |
| H 0 1 J 37/28 | | | H 0 1 J 37/28 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-127598

(22) 出願日 平成7年(1995)5月26日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 渡辺 俊二

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 藤生 尚光

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

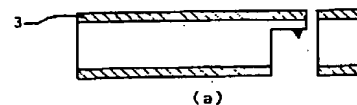
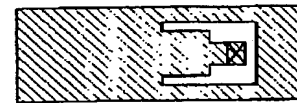
式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 カンチレバー及びその製造方法

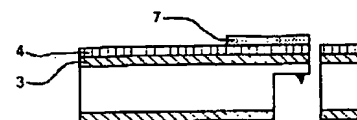
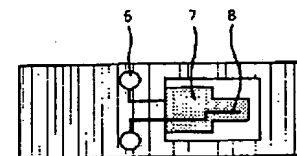
(57) 【要約】

【目的】カンチレバーに直接触ることなく、原子間顕微鏡に取り付けられるカンチレバーを提供することである。

【構成】少なくとも、可撓性プレートと、該可撓性プレートを支持する支持基体と、前記可撓性プレートの先端付近に形成された探針とからなるカンチレバーにおいて、前記支持基体と一体であり、前記可撓性プレートを保護する保護枠を設けたことを特徴とするカンチレバー。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも、可撓性プレートと、該可撓性プレートを支持する支持基体と、前記可撓性プレートの先端付近に形成された探針とからなるカンチレバーにおいて、

前記支持基体と一体であり、前記可撓性プレートを保護する保護枠を設けたことを特徴とするカンチレバー。

【請求項 2】前記可撓性プレートはシリコンプレート上に窒化珪素膜を形成してなり、前記シリコンプレートは前記支持基体と一体であることを特徴とする請求項 1 記載のカンチレバー。

【請求項 3】前記可撓性プレートの保護枠を取り外す位置に切り込みを設けたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のカンチレバー。

【請求項 4】少なくとも、可撓性プレートと、該可撓性プレートを支持する支持基体と、前記可撓性プレートの先端付近に形成された探針と、前記可撓性プレートと一体であり、前記可撓性プレートを保護する保護枠とからなるカンチレバーの製造方法において、シリコン基板の一方の面に前記探針形状部位を有する窒化珪素膜を形成する工程と、前記シリコン基板の他方の面をエッチングし、前記支持基体及び前記可撓性プレートの一部を形成する工程と、前記窒化珪素膜と前記シリコン基板とをエッチングし、前記可撓性プレートと前記保護枠を形成する工程とからなるカンチレバーの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、原子間力顕微鏡用カンチレバーに関する。

【0002】

【従来の技術】表面形状測定装置のひとつである原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope : AFM) は、物質間に働く力により表面の観察像を形成するものであり、電気伝導性のない材料表面や有機分子をナノメートルスケールで観察できることから、広範な応用が期待されている。

図 9 に、従来の AFM の原理の概念図を示す。AFM は、先端曲率半径の小さな針状チップと可撓性プレートとからなるカンチレバーと、可撓性プレートのたわみ (曲がり) を測定する変位検出系から構成される。

【0003】カンチレバーの先端の針状チップをサンプルに近づける (10nm 程度) と、サンプル原子と針状チップとの間には静電気、磁気及びファンデルワールス力などが働いて可撓性プレートがたわむ。このたわみの変位量を変位検出系により検出することによって測定が行われる。そして、サンプルを走査することによりサンプル表面の力の 2 次元的情報が得られる。また、可撓性プレートのたわみを一定にするように試料の位置を制御しながらサンプルを走査することにより表面の微視的形状

を知ることができる。例えば、特開平 3-218998 には、シリコン基板およびこれと一体化した尖鋭なシリコンチップとからなるカンチレバー、あるいは窒化珪素基板と尖鋭なシリコンチップとからなるカンチレバーが記載されている。

【0004】また、特開平 1-262403 には、前記のカンチレバーの他、シリコンからなるプレートが回転する構造のカンチレバーが記載されている。これらのカンチレバーのサンプル原子から受ける力によって生ずる変位を検出する変位検出系には、簡便で精度の高い光でこの方式が広く用いられている。この方式は光学的手法でカンチレバーの位置を検出する。

【0005】レーザー光がカンチレバーの後面で反射されて光学式変位検出器に入射し、カンチレバーが撓むと検出器に入射するレーザー光の位置がズれる。カンチレバー自体の長さに対するカンチレバーと検出器間の経路距離の比率により、機械的増幅は得られ、その結果、カンチレバー探針の垂直移動量をオングストローム未満の精度で検出できる。

【0006】さらに、変位検出系とカンチレバーを一体化する試みがなされている。その有効な方法の一つに、変位検出系として圧電、電歪効果を利用した鉛系強誘電薄膜型変位センサーを用い、この薄膜型変位センサーをカンチレバー上に設けて一体化したカンチレバーが提案されている (特開平 4-180786)。さらにピエゾ抵抗による変位センサー機能を備えたシリコンでできたカンチレバーも作製されている (Appl. Phys. Lett. 62 (8), 834, 1993)。

【0007】図 10 に代表的な探針付きカンチレバーの作製方法を示す。まず、シリコン (100) 単結晶基板 (2) を CVD 法により窒化珪素膜 (1) で被覆する (10-1)。次に、フォトリソグラフィにより探針を作製する部位に当たる部分の窒化珪素膜を取り除く (10-2)。ここで、水酸化カリウムを用いた異方性エッチングにより窒化珪素膜で保護されていない部分にエッチピットを形成する (10-3)。さらにシリコン基板の上面に窒化珪素膜を堆積し、エッチピットの内部に窒化珪素の針を形成する (10-4)。シリコン基板の下面の窒化珪素をドライエッチングにより取り除く (10-5)。最後に、基板を 500℃ に加熱し、800V の電圧を加えながら、カンチレバーの支持基体となるガラスブロックを接合 (陽極接合) し、水酸化カリウムによるエッチングでカンチレバー部位の下にあるシリコン部分を全て取り除いてプロセスを終了する (10-6)。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術のカンチレバーでは、カンチレバーを原子間力顕微鏡に取り付ける際に、カンチレバーに直接触ってしまい、損傷を与える可能性が高い。しかも、圧電薄膜センサー付

カンチレバーは付加価値が高く、サイズが大きいのので一枚のウェハーに形成できる数も少なくなるので、1個当たりの価格が高くなる。

【0009】従って、本発明の目的は、カンチレバーに直接触ることなく、原子間力顕微鏡に取り付けられるカンチレバーを提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は第一に「少なくとも、可撓性プレートと、該可撓性プレートを支持する支持基体と、前記可撓性プレートの先端付近に形成された探針とからなるカンチレバーにおいて、前記支持基体と一体であり、前記可撓性プレートを保護する保護枠を設けたことを特徴とするカンチレバー（請求項1）」を提供する。

【0011】また、本発明は第二に「前記可撓性プレートはシリコンプレート上に窒化珪素膜を形成してなり、前記シリコンプレートは前記支持基体と一体であることを特徴とする請求項1記載のカンチレバー（請求項2）」を提供する。また、本発明は第三に「前記可撓性プレートの保護枠を取り外す位置に切り込みを設けたことを特徴とする請求項1又は2記載のカンチレバー（請求項3）」を提供する。

【0012】また、本発明は第四に「少なくとも、可撓性プレートと、該可撓性プレートを支持する支持基体と、前記可撓性プレートの先端付近に形成された探針と、前記可撓性プレートと一体であり、前記可撓性プレートを保護する保護枠とからなるカンチレバーの製造方法において、シリコン基板の一方の面に前記探針形状部位を有する窒化珪素膜を形成する工程と、前記シリコン基板の他方の面をエッチングし、前記支持基体及び前記可撓性プレートの一部を形成する工程と、前記窒化珪素膜と前記シリコン基板とをエッチングし、前記可撓性プレートと前記保護枠を形成する工程とからなるカンチレバーの製造方法（請求項4）」を提供する。

【0013】

【作用】本発明にかかるカンチレバーは、カンチレバーに保護枠を取り付けたことにより、直接触ってもカンチレバーが損傷することなく、原子間力顕微鏡に取り付けられ、図2に示すように使用する前に保護枠を簡単に折り、取り外すことができる。

【0014】保護枠が図1の様にシリコン基板の一部をエッチングして作られたものの場合、シリコン基板はシリコン（100）面であるので、枠は<100>のへき開方向に容易に折ることができる。より好ましくは、窒化珪素膜の枠の取り外し位置であり、かつ<100>に沿って切り込みを形成しておく。

【0015】光てこ方式で使用されるカンチレバーは、図1（a）に示すように探針と支持基体とをカンチレバーの一方の同一面上の一端と他端に形成し、カンチレバーに保護枠を設けたので、探針の先端方向以外の面はす

べて保護されている。圧電薄膜歪センサー付きカンチレバーは、光てこ方式で用いられる図1（a）に示すカンチレバーの他方の面に圧電薄膜を形成したものである（図1（b））。

【0016】図1に示すような形状の場合はカンチレバーの長さが支持基体の厚さより長いことが好ましい。探針と支持基体とが同一面上に形成されたカンチレバーは、図11-1に示すようにカンチレバーの長さが支持基体の厚さよりも短いと、探針を凹凸の激しい被測定物に接近させることが困難になる。例えば、シリコン基板の一部をエッチングにより支持基体として形成する、即ち、シリコン基板の厚さが支持基体の厚さとなる本発明の場合、従来の原子間力顕微鏡用のカンチレバーの様に0.1mm程度の長さしかない、通常の（100）シリコン基板の厚さ（0.38mm）よりもかなり短いのでこの問題は顕著となる。

【0017】図11-2に示すようにカンチレバーの長さが支持基体の厚さとほぼ等しい形状の素子であることがこの問題解決の一つの目安となる。支持基体は原子間力顕微鏡への固定部分としての機能も併せ持つため、支持基体をカンチレバーの厚さに合わせて薄くしていくのは好ましくない。従って、最も安価にしかも安定して入手できる0.2mm以上の厚さのシリコン（100）単結晶を出発材料とし、カンチレバーの長さが前記支持基体の厚さより長くなるように作製すると、カンチレバーの長さは、従来の原子間力顕微鏡用カンチレバーよりも数倍程度長くなり、0.4~0.8mm程度となる。

【0018】カンチレバーの長さが長くなると、従来のカンチレバーの様に1μm程度の厚さであるとカンチレバーの共振周波数が音声帯域と重なる30kHz以下になるので、本発明にかかるカンチレバーでは、カンチレバーの長さが0.4mm程度の場合は、カンチレバーの全体の厚さは5μm以上であること、また、カンチレバーの長さが0.8mm程度の場合は、カンチレバーの全体の厚さは15μm以上であることが好ましい。

【0019】圧電薄膜を歪センサーとして可撓性プレート上に形成する場合には、可撓性プレートと圧電薄膜との熱膨張率の差により残留応力が発生する。この残留応力によりカンチレバーが屈曲し、実際の使用に際し探針が被測定物表面に接触しにくい等の問題が生じる。圧電薄膜の厚さと圧電薄膜及び電極部分を除いたカンチレバーの厚さとを適切なものとすれば、厚み方向に歪を緩和できるため残留歪による屈曲を極めて少なくすることができる。

【0020】圧電薄膜の厚さが0.5μmより小さくなると圧電信号の読み取りが困難となる。また、圧電薄膜の厚さが2μmより大きくなると成膜時間が極めて長くなり、薄膜内の圧電材料からなる粒子の粒径が大きくなり膜の機械的強度が低下する。よって、圧電薄膜の厚さが0.5μm以上2μm以下であり、圧電薄膜及び電極部分

を除いたカンチレバーの厚さが $5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0021】圧電薄膜及び電極部分を除いたカンチレバーの厚さを $5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下にするために、窒化珪素膜とシリコン単結晶基板をエッチングすることにより製作したシリコンプレートとにより形成する。このシリコンプレートは前記シリコン基板の一部をエッチングにより形成された支持基体とは一体であることが好ましい。

【0022】

【実施例】

実施例1

以下に実施例により本発明についてさらに詳細に説明する。図3、4は、本発明にかかるカンチレバーの作製工程の一例である。各組の図で、上側はシリコン基板の一つのカンチレバーに対応する部分を基板上方より見た平面図、下側は同じ部位の断面図である。

【0023】 50nm の窒化珪素膜(1)をCVD法により両面に形成した通常のシリコン(100)単結晶基板(2)(厚さ 0.38mm)の片面をフォトリソで覆い、探針を形成する部位のレジストを取り除く(3-1)。レジストを保護膜として反応性イオンエッチングで探針部分に対応する部位の窒化珪素膜を除去する(3-2)。レジストを取り除いた後、水酸化カリウムを用いた異方性エッチングにより探針部分に対応する部位にエッチピットを形成する(3-3)。ここで、シリコン基板のエッチピットを形成した面にCVDで更に 300nm 窒化珪素を堆積させ、エッチピット内部にも窒化珪素膜を形成する(3-4)。次に、反対の面をフォトリソで覆い、カンチレバーを形成するための空隙と保護枠を折って取り外すための切り込みに対応する部分のレジストを除去する(3-5)。反応性イオンエッチングでレジストがない部分の窒化珪素膜を取り除く(3-6)。水酸化カリウムを用い、窒化珪素で保護されていないシリコン部位を異方性エッチングにより除去し、カンチレバー下部の空隙を形成する(4-1)。さらに、基板上面にフォトリソを形成し、カンチレバー周囲の空隙に当たる部分を取り除く(4-2)。ついで、この部分の窒化珪素膜を反応性イオンエッチングで除去する(4-3)。レジストを落とし、水酸化カリウムで上下両面からエッチングを行い、本発明にかかるカンチレバーを完成する(4-4)。

実施例2

さらに、実施例1で製作したカンチレバーに圧電薄膜を形成する圧電薄膜歪センサー付きカンチレバーの作製工程の一例である。PZT膜を形成するための緩衝層となる酸化マグネシウム膜(4)を 200nm の厚さにスパッタ法で窒化珪素膜上に形成する(5-1)。このときのカンチレバーの厚さは $15\mu\text{m}$ である。カンチレバー上に下部電極(5)、支持体部分にリード及び取り出し

部分(6)を白金の蒸着により形成する(5-2)。マスクを用いることにより、カンチレバーとその近傍のみにPZT膜をスパッタ法により、 $1\mu\text{m}$ の厚さに形成する(5-3)。最後に上部電極(8)とリード及び取り出し部(6)を白金の蒸着により形成する(5-4)。

【0024】完成したPZT膜付きカンチレバーの形状と寸法を図6に示す。単位は mm であり、PZT膜が形成された面から見た平面図(6-1)とカンチレバーの中心線で切った断面図(6-2)を示してある。図6-2でシリコン基板の下部に付いている 0.30mm の厚さの板はカンチレバーに共振を励起するためのPZTセラミックアクチュエータである。

【0025】図7は3インチウエハー上に複数個のカンチレバーを形成する場合の構成を示す。個々の長方形で示された部分が一つのカンチレバーに対応する。この際、線で示された長方形の境界に当たる部分の窒化珪素膜をプロセスの途中で取り除き(例えば、図4-2の工程)、水酸化カリウムによるエッチングを行って切り込みを入れれば、カンチレバー完成後、この部分でウエハーを簡単に折ることができ、図6-1に示す一本毎に単独に扱うことのできるカンチレバーを提供できる。

【0026】

【発明の効果】 以上のように、本発明によれば、直接触ってもカンチレバーが損傷することなく、原子間力顕微鏡に取り付けられ、使用する前に保護枠を簡単に取り外すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかるカンチレバーの断面図と平面図である。

【図2】本発明にかかるカンチレバーの保護枠を取り外した状態の断面図と平面図である。

【図3】実施例1の光てこ方式に使用されるカンチレバーの作製工程(3-1)から(3-6)の一例である。各組の図で、上側はシリコン基板の一つのカンチレバーに対応する部分を基板上方より見た図、下側は同じ部位の断面図である。

【図4】前記作製工程のうち(4-1)から(4-4)までを示したものである。

【図5】実施例2の実施例1で製作したカンチレバーに圧電薄膜を形成する工程(5-1)から(5-4)までを示したものである。

【図6】本発明にかかる圧電歪センサー付きカンチレバーの形状と寸法の一例である。

【図7】3インチウエハー上に複数個のカンチレバーを形成する場合の構成である。

【図8】本発明にかかるカンチレバーを顕微鏡に応用した場合の一例である。

【図9】従来のAFMの原理の概念図である。

【図10】従来のカンチレバーの作製工程図である。

【図11】カンチレバーの長さが支持基体の厚さより短

い場合とカンチレバーの長さが支持基体の厚さより長い
場合の断面図である。

【符号の説明】

- 1 フォトリソスト
2 シリコン単結晶(100)
3 窒化珪素膜
4 酸化マグネシウム膜

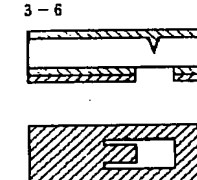
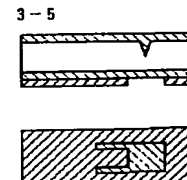
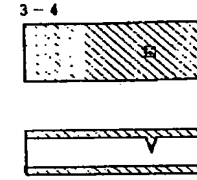
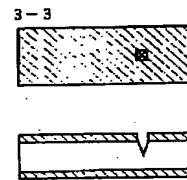
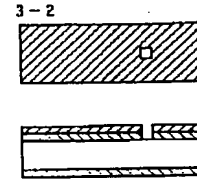
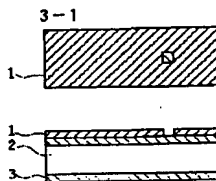
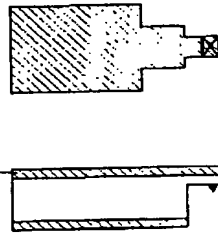
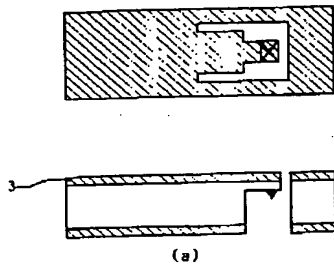
- * 5 白金下部電極
6 リード及び信号取り出し部分
7 PZT薄膜
8 白金上部電極
9 カンチレバー部位
10 支持用ガラス部

*

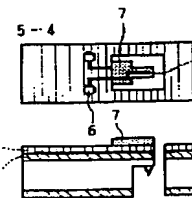
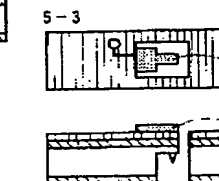
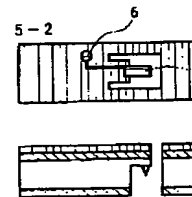
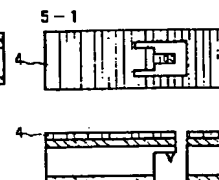
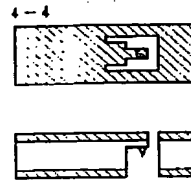
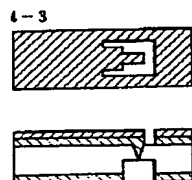
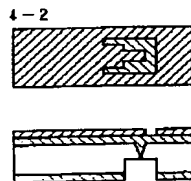
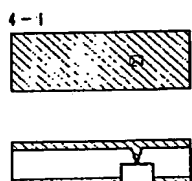
【図1】

【図2】

【図3】

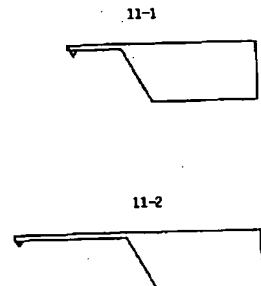


【図4】

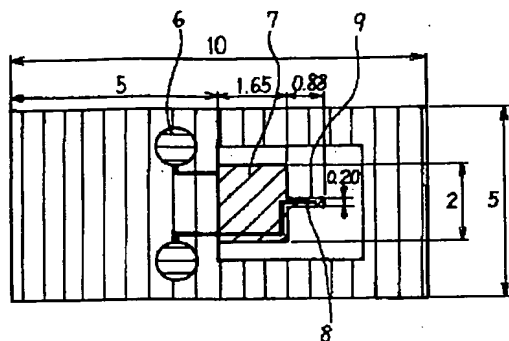


【図5】

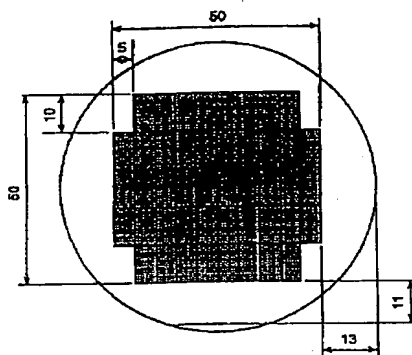
【図11】



【図6】



【図7】

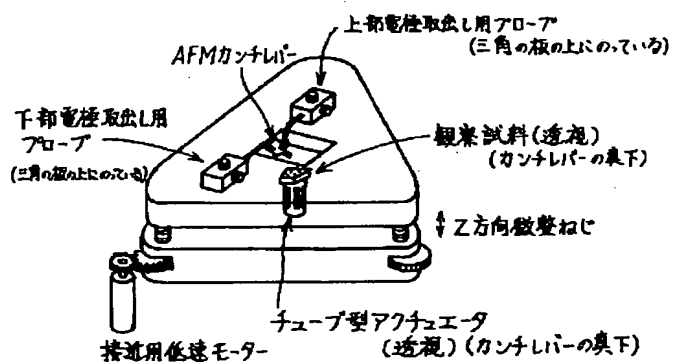


(1)

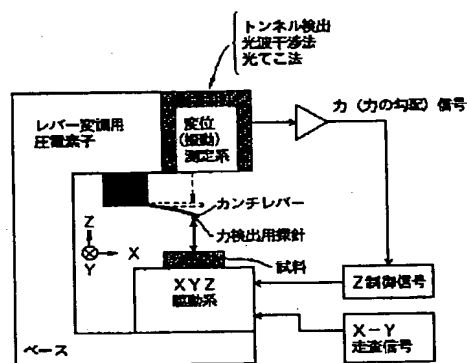


(2)

【図8】



【図9】



【図10】

